Journal of Horticultural Science
https://jhs.um.ac.ir

CC BY

Research Article
Vol. 36, No. 4, Winter 2023, p. 791-802

Effect of Rootstock and Scion on Nutrient Uptake of Two Pomegranate Cultivars Rabab-e-Neyriz and Khafr-e-Jahrom

H.R. Karimi*[1], N. Biniyaz[2], A.A. Mohammadi Mirik[3], M. Esmaeilizade[4], Z. Hatamean [5]

Received: 08-03-2021 Revised: 10-04-2022 Accepted: 24-10-2022 Available Online: 30-01-2023	**How to cite this article:** Karimi, H.R., Biniyaz, N., Mohammadi Mirik, A.A., Esmaeilizade, M., & Hatamean, Z. (2023). Effect of Rootstock and Scion on Nutrient Uptake of Two Pomegranate Cultivars Rabab-e-Neyriz and Khafr-e-Jahrom. *Journal of Horticultural Science 36*(4): 791-802. (In Persian with English abstract) **DOI:** 10.22067/jhs.2022.69299.1031

Introduction

Pomegranate (Punica granatum L.) from the family Punicaceae, is an important and exportable fruit crop in Iran. At present, Iran is the leading producer of this fruit followed by India, Turkey and Spain. As the main area under pomegranate cultivation in Iran are located in arid and semi-arid adjacent to desert regions. Low irrigation water quality, lime induced Fe chlorosis, soil salinity, nutrient imbalance and soil-borne diseases are the most limiting factors in this areas. Currently about 760 genotypes and cultivars of pomegranate have been identified, collected and growth in Pomegranate Research Institute in Yazd province, central Iran. In rich collection, it is likely that some genotypes are tolerant to adverse environmental conditions but neglected due to their low quality fruits. These genotypes could be evaluated and used as potential rootstocks. ‘Rabab-e-Neyriz’ is one of the most important pomegranate cultivar that is planted in parts of western south of Iran to gather ‘Khafr-e-Jahroom’ cultivar. Fruits in ‘Rabab-e-Neyriz’ cultivar are big with dark red color arils. In the last decades, there has been a tremendous towards using grafted/budded plants in fruit orchards. Moreover, the available reports indicate that rootstock could affect the tolerance of scion to soil borne diseases, lime-induced Fe-deficiency chlorosis and salinity stress that they can control with grafting on tolerance rootstocks. There are inadequate formations on the effects of rootstock on scion of pomegranate. The aim of the study was effects of three rootstocks; ‘Gorj-e-Dadashi’, ‘Gorj-e-Shahvar’ and ‘Post Ghermaz-e-Aliaghai’ on nutrient concentration of two pomegranate cultivars; ‘Rabab-e-Neyriz’ and ‘Khafr-e-Jahroom’; as scion.

Material and Methods

In order to investigate the interaction of rootstock and scion on nutrient uptake in two pomegranate cultivars ‘Rabab-e-Neyriz’and ‘Khafr-e-Jahroom’, research was performed in the form of a factorial experiment in complete randomized blocks design with scion factors at two levels (‘Rabab-e-Neyriz’and ‘Khafr-e-Jahroom’) and the rootstock on four levels (‘Post Ghermaz-e-Aliaghai’, ‘Gorj-e-Dadashi’, ‘Gorj-e-Shahvar’and without graft) with five repetitions. Omega grafting method was used to production grafting plants. One year grafting plants were planted on farm with 2.0 m apart within rows and 4.0 m apart between rows. Non grafting cuttings of scions that rooted same time with rootstocks were planted in farm as control. In the first summer leaf samples were collected to determine macro and micro elements.

Results and Discussion

The results showed that the interaction of rootstock and scion is effective on the uptake of elements. The concentration of elements in the scion varied depending on the type of graft combination. The highest levels of phosphorus, potassium, and calcium of leaves were observed in the grafting plants of ‘Rabab-e-Neyriz’ scion on ‘Gorj-e-Dadashi’ rootstock, ‘Khafr-e-Jahroom’ scion on ‘Gorj-e-Dadashi’ rootstock, and ‘Rabab-e-Neyriz’ scion on ‘Gorj-e-Shahvar’ rootstock, respectively. Also, the highest amounts of iron (75 mg/g dry weight), manganese

1, 2, 4 and 5- Professor, M.Sc. Students and Associate Professor of Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: h.karimi214@vru.ac.ir)
3- Associate Professor of Genetics and Plant Product, Department of Genetics and Crop Production, Faculty of Agriculture Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran

(65 mg/g dry weight), and copper (25 mg/g dry weight) were obtained from the grafting plants of 'Rabab-e-Neyriz' scion on 'Gorj-e-Dadashi' rootstock, 'Khafr-e-Jahroom' scion on 'Gorj-e-Dadashi' rootstock and, in both scions on 'Gorj-e-Shahvar' rootstock compared to non-grafted plants.

Conclusion

The results of this research have shown that the amount of nutrients in the leaves of grafted pomegranate cultivars is not only influenced by the rootstock, but also by the genetics of the scion. The concentration of mineral elements in the scion is mainly related to the characteristics of the root system of rootstock, including the lateral and vertical expansion of the root, which increases the absorption of water and minerals. Due to the weaker root system, the 'Post Ghermaz-e-Aliaghai' has a lower concentration of mineral elements in the cultivars grafted on this rootstock. According to the results of the present study, the reason for the higher nutritional elements in plants grafted with the rootstocks of 'Gorj-e-Dadashi' and 'Gorj-e-Shahvar' can be attributed to the greater growth power of these roots and their extensive root system. He attributed that wider research is recommended in this field.

Keywords: Calcium, Grafting, Magnesium, Pomegranate, Potassium

نشریه علوم باغبانی
https://jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۶، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱، ص. ۸۰۲-۷۹۱

اثر پایه و پیوندک بر جذب عناصر غذایی دو رقم انار'رباب نیریز' و'خفر جهرم'

حمیدرضا کریمی[1]*- نعیمه بی نیاز[2]- علی اکبر محمدی میریک[3]- مجید اسمعیلی زاده[4]- زینب حاتمیان[5]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۴

چکیده

به منظور بررسی اثر پایه و پیوندک بر جذب عناصر غذایی در دو رقم انار'رباب نیریز' و 'خفر جهرم' پژوهشی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصافی با دو فاکتور پیوندک در دو سطح ('رباب نیریز' و 'خفر جهرم') و پایه در چهار سطح ('پوست قرمز علی آقایی'، 'گرچ داداشی' ،'گرچ شهوار'و بدون پیوند) و با پنج تکرار به اجرا در آمد. نتایج نشان داد که برهمکنش پایه و پیوندک بر جذب عناصر تاثیرگذار است. بیشترین میزان فسفر (۰/۸۹ درصد ماده خشک)، پتاسیم (۰/۹۵ درصد ماده خشک) و کلسیم (۲/۵۹ درصد ماده خشک) برگ به‌ترتیب در نهال‌های پیوندی با پیوندک'رباب نیریز' روی پایه 'گرچ داداشی'، پیوندک 'خفر جهرم' روی پایه 'گرچ داداشی'، پیوندک'رباب نیریز' روی پایه'گرچ شهوار'مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان آهن (۷۵ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)، منگنز (۶۵ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و مس (۲۵ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) برگ به‌ترتیب در نهال‌های پیوندی با پیوندک 'رباب نیریز' روی پایه 'گرچ داداشی'، پیوندک'خفر جهرم'روی پایه 'گرچ داداشی'و در هر دو پیوندک روی پایه'گرچ شهوار'به‌دست آمد. براساس پژوهش فوق می‌توان بیان کرد که نوع پایه بر غلظت عناصر معدنی شاخساره انار تاثیرگذار است.

واژه‌های کلیدی: انار، پیوند، پتاسیم، کلسیم، منیزیم

مقدمه

انار با نام علمی *Punica granatum* L. از خانواده Punicaceae درختچه‌ای است که در نواحی نیمه‌گرمسیری و مدیترانه‌ای می‌روید. انار یکی از مهم‌ترین درختان میوه ایران است و میوهٔ آن یکی از اقلام مهم صادراتی ایران به بازارهای داخلی و خارجی کشور را تشکیل می‌دهد. قسمت وسیعی از سرزمین ایران که در محدوده کویر مرکزی واقع شده دارای شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک است که کاشت اکثر محصولات باغی از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه نبوده و کشاورزان رغبتی برای احداث باغ‌ها نشان نمی‌دهند در نتیجه درخت انار می‌تواند در چنین شرایطی اهمیت خاصی داشته باشد (Behzadi Shahrbabaki, 2000). ایران منشاء پیدایش انار می‌باشد و دارای تنوع ژنتیکی وسیعی است به‌طوری‌که درحال حاضر بیش از ۷۶۰ ژنوتیپ و رقم انار در کلکسیون مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد نگهداری می‌شود که گواه بر تنوع ژنتیکی انار در ایران است (Shakeri, 2008) ولی در بین این تنوع وسیع فقط ۱۱ رقم : 'رباب نیریز'،'ملس ساوه'،'ملس سیاه دانه یزد، 'ملس یزدی'،'شیشه گپ فردوس'،'نادری بادرود'،'بجستانی گناباد'،'خزر بردسکن'،'اردستانی مه ولات'،'قجاق قم' و 'زاغ عقدا' دارای ارزش تجاری می‌باشند و مابقی ارزش چندانی ندارند ولی می‌توان در کارهای به‌نژادی و یا به‌عنوان پایه از آن‌ها استفاده کرد.

پایه‌ها از طریق قدرت جذب انتخابی تاثیر بسزایی بر غلظت عناصر غذایی پیوندک دارد (Toplu *et al.*, 2008) به این معنی که برخی پایه‌ها در جذب برخی عناصر خاک میل بیشتری دارند (Babalar and Pirmoradian, 2010) که این باعث می‌شود عناصر مورد نیاز برای پیوندک فراهم گردد و از کمبود عناصر که سبب خسارت بر رقم پیوند می‌شود، جلوگیری شود. برای جلوگیری از سمیت بعضی از عناصر به خصوص کلر و بر که مقابله با آن‌ها مشکل است نیز می‌توان از پایه‌های مطلوب استفاده کرد (Karimi, 2015). در بررسی میزان مواد معدنی در برگ نارنگی کلمانتین پیوند شده روی

۱، ۲، ۴ و ۵- به‌ترتیب استاد، دانشجویان کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: h.karimi214@vru.ac.ir)
۳- دانشیار گروه ژنتیک و تولید گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان ایران

DOI: 10.22067/jhs.2022.69299.1031

۱۲ پایه گزارش شده است که بین پایه‌ها از نظر غلظت عناصر منیزیم، مس در برگ پیوندک اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین در پژوهشی دیگر گزارش شده‌است که نوع پایه تأثیر معنی‌داری بر غلظت عناصر معدنی برگ پیوندک نارنگی کینو دارد (Rengel and Damon, 2008). همانند مرکبات در مورد پسته (Tavallali and Rahemi, 2007) و سیب (Erdal et al., 2008) نیز گزارش شده است که پایه غلظت عناصر معدنی برگ پیوندک را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

در مطالعه‌ای، تغییرات میزان جذب عناصر غذایی در پرتقال والنسیا روی سه پایهٔ نارنج ، ترویر سیترنج و کاریزو سیترنج بررسی و گزارش شد که غلظت عناصر منیزیم، منگنر، پتاسیم و مس موجود در برگ گیاهان پیوندی با پایه کاریزو سیترنج، بالاتر از سایر ترکیبات پیوندی می‌باشد (Toplu et al., 2008). اگرچه گزارشات متعددی در ارتباط با تاثیر نوع پایه در میزان عناصر غذایی پیوندک در سایر درختان میوه وجود دارد ولی در مورد انار به‌دلیل تکثیر آن از طریق قلمه گزارشات اندکی دیده می‌شود (Vazifeshenas et al., 2009). در پژوهشی کریمی و نوروزی (Karimi and Nowrozy, 2017) اثر پایه و پیوندک بر پارامترهای گیرایی، شاخص‌های رشدی و اکوفیزیولوژیکی انار را بررسی کردند و گزارش کردند که بهترین درصد گیرایی و پارامترهای رشدی در ترکیب پیوندی پایه ’گرچ شهوار‘ با پیوندک ’رباب نیریز‘ حاصل شد. همچنین در پژوهش دیگری کریمی و حسن پور (Karimi and Hassanpour, 2016) ضمن بررسی اثرات پایه ’تب و لرز‘ و ’ملس یزدی‘ بر مقاومت انار رقم ’گبری‘ در شرایط تنش شوری گزارش کردند که ترکیب پیوندی گبری بر روی پایه ’تب و لرز‘ دارای کمترین میزان سدیم و کلر و بیشترین میزان کلسیم در نیمه پایینی شاخه می‌باشد. گزارش شده است که واکنش ارقام انار به میزان بی‌کربنات آب آبیاری متفاوت می باشد به‌گونه‌ای که برخی از ارقام راندمان بالاتری در جذب آهن در شرایط بی‌کربنات بالای آب آبیاری دارند. کریمی و عینی (Karimi and Eini Tari, 2015) و عینی و همکاران (Eini Tari et al., 2014) طی پژوهش‌هایی جداگانه گزارش کردند که در غلظت ۱۵ میلی مولار بی‌کربنات سدیم کمترین وزن خشک ریشه و شاخساره در رقم ’زاغ یزدی‘ مشاهده شد. از آنجایی که در سال‌های اخیر مبحث پیوند در انار به منظور استفاده از پایه‌های مقاوم به تنش‌های محیطی مطرح می‌باشد و گزارش جامعی در خصوص تاثیر پایه بر جذب عناصر در انار وجود ندارد لذا این پژوهش به‌منظور تاثیر ارقام ’پوست قرمز علی آقایی‘،’گرچ داداشی‘ و ’گرچ شهوار‘ به‌عنوان پایه بر غلظت عناصر غذایی دو رقم انار ’رباب نی ریز‘ و ’خفر جهرم‘ به‌عنوان پیوندک به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۸- ۱۳۹۶ به‌منظور بررسی اثر پایه بر غلظت عناصر غذایی پیوندک‌های انار ’رباب نیریز‘ و ’خفر جهرم‘ به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی انجام شد. فاکتور اول پیوندک در دو سطح شامل ’رباب نیریز‘ (RN) و ’خفر جهرم‘ (KN) و فاکتور دوم پایه در چهار سطح شامل ’پوست قرمز علی آقایی‘(PZ)، ’گرچ داداشی‘ (GD)، ’گرچ شهوار‘ (GSH) و بدون پیوند(C) و با ۵ تکرار انجام شد. درختان پیوندی مورد استفاده در سال ۱۳۹۲ بعد از پیوند (پیوند از نوع امگا بوسیله قیچی پیوند زنی) در مزرعه به فواصل ۲×۴ متر کشت شده بودند. درختان با دور آبیاری ۶ روز آبیاری می‌شدند و تا زمان انجام این تحقیق هیچ کودی دریافت نکردند. جهت اندازه‌گیری عناصر غذایی برگ در اواسط تیرماه از وسط شاخه‌ها برگ‌های بالغ به‌طور تصادفی جمع‌آوری شد و به آزمایشگاه انتقال داده شد. عناصر غذایی که در این آزمایش اندازه‌گیری شد شامل: فسفر، پتاسیم، سدیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس بود. برای تهیه عصاره ابتدا از برگ‌های خشک آسیاب شده، ۰/۵ گرم توزین و در کوره با دمای ۲۵۰ درجه سلسیوس به مدت نیم ساعت و سپس در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت قرار داده شد تا نمونه‌ها تبدیل به خاکستر شدند. سپس ۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۲ نرمال به هر نمونه افزوده شد و در پایان توسط آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانیده شد. این عصاره به‌طور مستقیم جهت اندازه‌گیری سدیم، پتاسیم، آهن، روی و منگنز استفاده شد. برای اندازه‌گیری پتاسیم و سدیم از دستگاه شعله‌سنج (JENWYAY ساخت کشور آلمان PEP7) و برای اندازه‌گیری عناصر روی، منگنز، مس و آهن از دستگاه جذب اتمی (Avanta-PM, GbG-Australia) استفاده شد. فسفر با روش کوپتا و همکاران (Gupta et al., 1993) و کلسیم و منیزیم از طریق تیتراسیون (Hassanzadeh et al., 2006) اندازه-گیری شد. در پایان تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 صورت گرفت و همچنین از آزمون LSD جهت مقایسه میانگین داده‌ها استفاده شد. ترسیم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

پتاسیم

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر ساده پایه و همچنین برهمکنش پایه و پیوندک در سطح احتمال یک درصد بر غلظت پتاسیم برگ معنی‌دار بود. همچنین براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱) بیشترین مقدار پتاسیم (۰/۹۵ درصد ماده خشک) مربوط به نهال پیوندی با پایه ’گرچ داداشی‘، پیوندک ’خفر جهرم‘ و

کمترین آن (۰/۶۰ درصد ماده خشک) مربوط به نهال پیوندی با پایه پوست قرمز، پیوندک رباب نی ریز بود، اگرچه بین ترکیب پیوندی فوق با شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

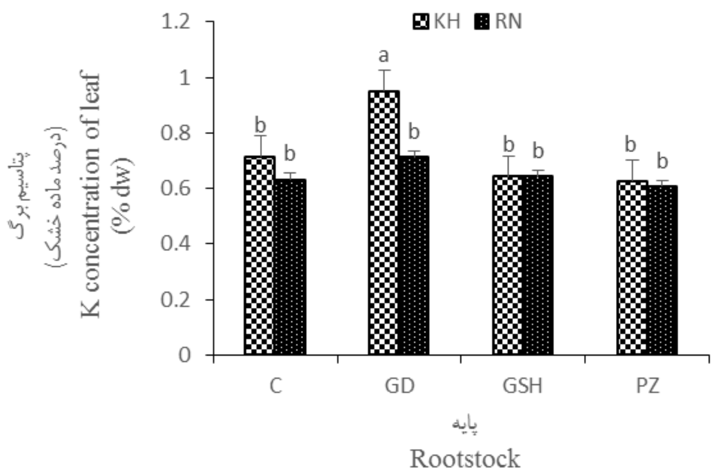
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر پایه بر جذب عناصر معدنی دو رقم انار 'رباب نی ریز' و 'خفر جهرم' پیوند شده روی پایه‌های مختلف

Table 1- The ANOVA results for the effect of rootstock on mineral concentration of the pomegranate cv. Rabab-e- Niriz' and Khafr-e- Jahrom leaf grafted on different rootstocks (LSD, p≤0.05)

Soure of variations منابع تغییرات	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Mean Squares								
		سدیم Na	پتاسیم K	کلسیم Ca	منیزیم Mg	فسفر P	آهن Fe	روی Zn	مس Cu	منگنز Mn
بلوک Block	4	0000008ns.0	01977ns.0	09886ns.0	03607ns.0	01393ns.0	9370ns.516	445ns.11	5300ns.7	8796ns.51
پایه Rootstock	3	0000131*.0	0.0684**	11625**.0	09458**.0	01377ns.0	8125*.261	4726**.86	8095**.137	9756**.655
پیوندک Scion	1	000153**.0	0149ns.0	90592*.1	90535**.0	50199**.0	9629ns.151	5790ns.2	81856ns.8	9522*.226
پایه× پیوندک Rootstock×Scion	3	0000104*.0	02431*.0	76785**.1	05345**.0	4745**.0	4746**.1045	4139*.12	445*.11	7390*.273
Error خطای کل	18	0000034.0	2652.0	24055.0	01605.0	010025.0	2544.88	2623.4	032.37	1571.56
C.V (%) ضریب تغییرات	-	940.2	876.8	25	54.22	769.17	983.14	490.8	737.9	795.13

**، * و ns به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار بودن می‌باشد.

**, * and ns indicate significant at the 1% and 5% of probability levels and non-significant, respectively.



شکل ۱- برهمکنش پایه × پیوندک بر میزان پتاسیم برگ انار ارقام 'رباب نیریز' و 'خفر جهرم' پیوند شده بر روی پایه‌های مختلف

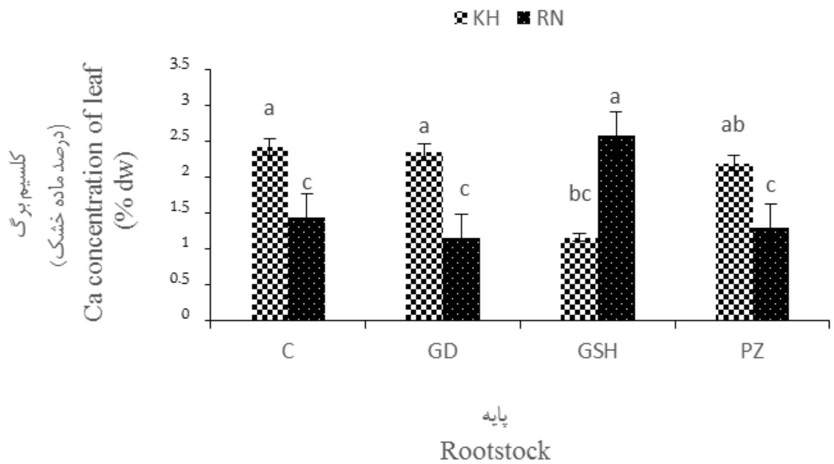
Figure 1- The interaction effect of rootstock ×scion on the K concentration of the pomegranate cv. Rabab-e-Neyriz and Khafr-e-Jahrom leaf grafted on different rootstocks (LSD, p≤0.05)

میزان پتاسیم اندام هوایی در درختان پیوندی به توانایی پایه در جذب پتاسیم و انتقال آن به اندام هوایی دارد. به نظر می‌رسد پایه 'گرچ داداشی' به‌دلیل داشتن سیستم ریشه‌ای گسترده کارایی بالاتری در جذب پتاسیم دارد. گزارش شده است که کارایی جذب پتاسیم توسط گیاه وابسته به ساختمان و حجم ریشه، ظرفیت جذب بالا در سطح ریشه و همچنین ظرفیت غیر قابل تبادل حرکت پتاسیم توسط ریشه دارد (Rom, 1991; Toplu *et al.*, 2008). در پژوهشی کریمی و نوروزی (Karimi and Nowrozy, 2017) ضمن بررسی درصد گیرایی ارقام انار 'خفر جهرم' و 'رباب نی ریز' روی پایه‌های 'گرچ شهوار' و 'گرچ داداشی' و 'پوست قرمز علی آقایی' گزارش کردند که بالاتر بودن شاخص‌های رشدی پیوندک با استفاده از پایه‌های 'گرچ شهوار' و 'گرچ داداشی' بخاطر سیستم ریشه‌ای گسترده‌تر این پایه‌ها و به‌دنبال آن جذب آب و مواد غذایی بهتر می‌باشد. نتایج پژوهش فوق با نتایج شرافتی و حکم آبادی (Sherafati and

(Hakmabadi, 2015) روی پسته، مبنی بر اثر پایه بر جذب عناصر غذایی پیوندک مطابقت دارد. ایشان تاثیر پایه‌های پسته (رقم کله قوچی، اکبری، بادامی فیض‌آباد، برگ سیاه، سرخسی و دانشمندی) در جذب عناصر غذایی دو رقم پسته اکبری و برگ سیاه را مورد بررسی قرار دادند و گزارش دادند که رقم اکبری نسبت به رقم برگ سیاه غلظت پتاسیم برگ بیشتری دارد.

کلسیم

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر ساده پیوندک در سطح احتمال پنج درصد، همچنین اثر ساده پایه و برهمکنش پایه و پیوندک در سطح احتمال یک درصد بر میزان کلسیم برگ معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین (شکل ۲) نشان داد که بیشترین مقدار کلسیم در ترکیب پیوندی 'رباب نیریز' با پایه 'گرچ شهوار' مشاهده شد اگرچه تفاوت معنی‌داری بین ترکیب پیوندی فوق با ترکیب پیوندی 'خفر جهرم' با پایه‌های 'گرچ داداشی' و 'پوست قرمز علی آقایی' مشاهده نشد. بالاتر بودن غلظت کلسیم برگ در ترکیب پیوندی 'رباب نی ریز' با پایه 'گرچ شهوار' (۲/۵۹ درصد ماده خشک) به‌دلیل رشد رویشی مطلوب‌تر ترکیب پیوندی فوق و سطح تبخیر بالاتر آن می‌باشد که عامل اصلی در انتقال کلسیم به اندام هوایی است.

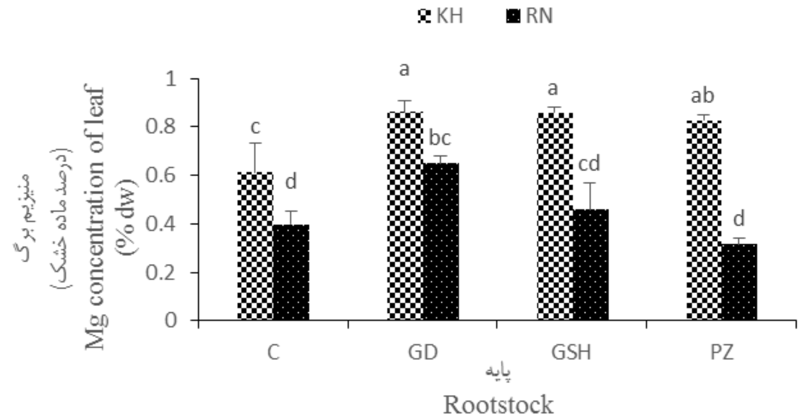


شکل ۲- برهمکنش پایه × پیوندک بر میزان کلسیم برگ انار ارقام 'رباب نیریز' و 'خفر جهرم' پیوند شده بر روی پایه‌های مختلف

Figure 2- The interaction effect of rootstock ×scion on the Ca concentration of the pomegranate cv. Rabab-e-Neyriz and Khafr-e-Jahrom leaf grafted on different rootstocks (LSD, p≤0.05)

منیزیم

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثرات ساده پایه و پیوندک و همچنین برهمکنش پایه و پیوندک در سطح احتمال یک درصد بر میزان منیزیم برگ معنی‌دار بود. براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۳) ترکیب‌های پیوندی حاصل از پیوندک 'خفر جهرم' با تمامی پایه‌ها میزان منیزیم برگ بیشتری نسبت به ترکیب های پیوندی 'رباب نیریز' با تمامی پایه‌ها داشت. نتایج نشان داد که پایه‌ها بر غلظت منیزیم برگ تاثیر گذار بودند به‌طوری‌که کمترین غلظت منیزیم برگ در رقم 'رباب نی ریز' با پایه 'پوست قرمز علی- آقایی' (۰/۳۲ درصد ماده خشک) مشاهده شد. با توجه به اینکه در بین پایه‌های مورد استفاده پایه 'پوست قرمز علی‌آقایی' منجر به کاهش رشد رویشی انار رقم 'رباب نی ریز' شد این احتمال وجود دارد که غلظت پایین این عنصر در این پایه ناشی از سیستم ریشه‌ای ضعیف این پایه باشد. نتایج پژوهش فوق با نتایج کریمی و مالکی کوهبنانی (Karimi and Maleki Kuhbanani, 2015) بر روی پسته، محرمی همکاران (Muharrami *et al.*, 2011) روی سیب و شمسی و همکاران (Shamsi *et al.*, 2011) روی 'به' مبنی بر اثر پایه بر غلظت عناصر معدنی برگ پیوندک مطابقت دارد.

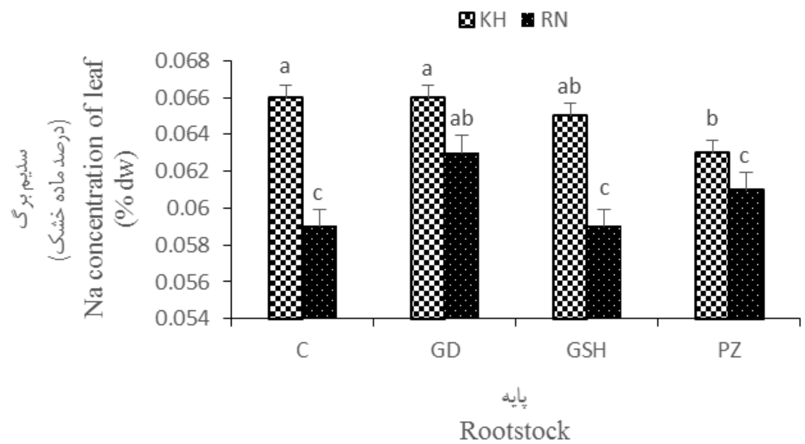


شکل ۳- برهمکنش پایه × پیوندک بر میزان منیزیم برگ انار ارقام ’رباب نیریز‘ و ’خفر جهرم‘ پیوند شده بر روی پایه‌های مختلف

Figure 3- The interaction effect of rootstock and scion on the Mg concentration of the pomegranate cv. Rabab-e-Neyriz and Khafr-e-Jahrom leaf grafted on different rootstocks (LSD, p≤0.05)

سدیم

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر ساده پیوندک در سطح احتمال یک درصد و اثر ساده پایه و همچنین برهمکنش پایه و پیوندک در سطح احتمال یک درصد بر میزان سدیم معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴) نشان داد که پایه‌های ’پوست قرمز علی‌آقایی‘ سبب کاهش میزان سدیم برگ در پیوندک رقم ’خفر جهرم‘ و همچنین پایه ’گرچ داداشی‘ سبب افزایش سدیم برگ در پیوندک رقم ’رباب نیریز‘ نسبت به گیاهان غیر پیوندی شدند و سایر ترکیب‌های پیوندی تاثیر معنی‌داری بر سدیم برگ نداشتند. مقایسه گیاهان پیوندی و غیر پیوندی نشان داد که بیشترین میزان سدیم در نهال‌های غیر پیوندی رقم ’خفر جهرم‘ مشاهده شد و استفاده از پایه ’پوست قرمز علی‌آقایی‘ سبب کاهش سدیم اندام هوایی این رقم شد. تاثیر پایه در کاهش جذب و انتقال سدیم به پیوندک در درختان مختلف گزارش شده است (Tavallali and Rahemi, 2007; Pestana *et al.*, 2011). در پژوهشی حسن پور و همکاران (Hassanpour *et al.*, 2015) اثر دو پایه انار ’تب و لرز‘ و ’ملس یزدی‘ را بر غلظت سدیم برگ رقم ’گبری‘ تحت شرایط شوری بررسی کردند و گزارش دادند که نوع پایه تاثیر معنی‌داری بر میزان جذب سدیم توسط ریشه دارد که با نتایج فوق همخوانی دارد.

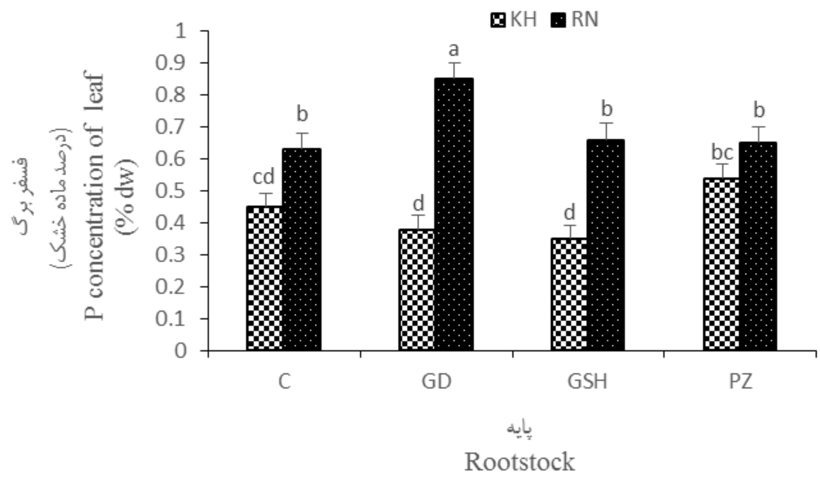


شکل ٤- برهمکنش پایه × پیوندک بر میزان سدیم برگ انار ارقام ’رباب نیریز‘ و ’خفر جهرم‘ پیوند شده بر روی پایه‌های مختلف

Figure 4- The interaction effect of rootstock ×scion on the Na concentration of the pomegranate cv. Rabab-e-Neyriz and Khafr-e-Jahrom leaf grafted on different rootstocks (LSD, p≤0.05)

فسفر

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر ساده پیوندک در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش پایه و پیوندک در سطح احتمال پنج درصد بر میزان فسفر معنی‌دار بود. براساس نتایج (شکل ۵) در پیوندک رقم 'خفر جهرم' تفاوت معنی‌داری بین نهال‌های پیوندی با نهال‌های غیرپیوندی در ارتباط با فسفر برگ مشاهده نشد درصورتی که در پیوندک رقم 'رباب نیریز'، پایه 'گرچ داداشی' سبب افزایش فسفر برگ (۰/۸۹ درصد ماده خشک) نسبت به گیاهان غیرپیوندی شد. کمترین میزان فسفر برگ (۰/۳۸ درصد ماده خشک) مربوط به ترکیب پیوندی 'گرچ شهوار'، پیوندک 'خفر جهرم' بود. جذب فسفر توسط گیاهان وابسته به گسترش سیستم ریشه‌ای و گاهاً همزیستی ریشه با میکروارگانیزم‌های مفید خاک از جمله میکوریزا دارد. در پژوهشی نقش پایه‌های M9، MM111، MM106 سیب بر میزان جذب عناصر غذایی سه رقم تجاری گلدن دلیشز، فوجی و دلباراستیوال مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که پایه M9 در مقایسه با دو پایه دیگر در جذب فسفر کارآمدتر بود که در راستای پژوهش فوق مبنی بر تاثیر پایه بر میزان جذب فسفر می‌باشد (Shaeri et al., 2014). در پژوهش دیگری بر روی سیب گزارش شده‌است که میزان فسفر برگ در پایه‌های مختلف سیب ارتباط مستقیمی با میزان انتقال فسفر از پیوندگاه دارد (Mohammadi, 2004).

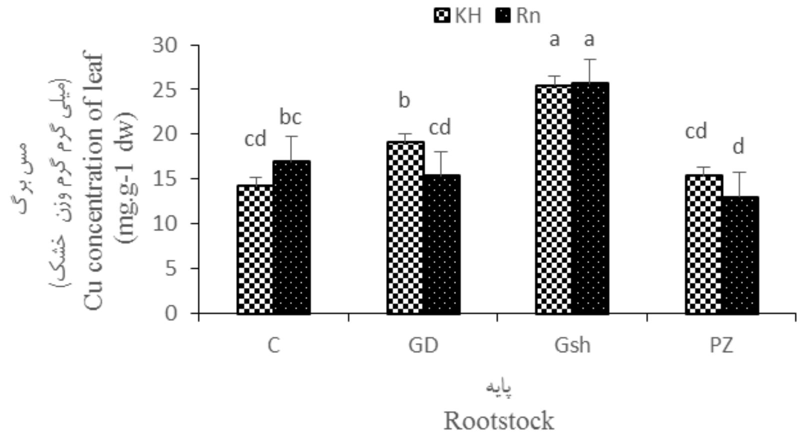


شکل ۵- برهمکنش پایه × پیوندک بر میزان فسفر برگ انار ارقام 'رباب نیریز' و 'خفر جهرم' پیوند شده بر روی پایه‌های مختلف

Figure 5- The interaction effect of rootstock ×scion on the P concentration of the pomegranate cv. Rabab-e-Neyriz and Khafr-e-Jahrom leaf grafted on different rootstocks (LSD, p≤0.05)

مس

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که از بین اثرات مورد بررسی اثرات ساده پایه در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش پایه و پیوندک در سطح احتمال پنج درصد بر میزان مس برگ معنی دار بود. براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۶) بیشترین میزان مس برگ در هر دو رقم مربوط به پایه 'گرچ شهوار' بود که تفاوت معنی‌داری با سایر ترکیبات پیوندی و شاهد داشتند. کمترین مقدار مس برگ (۱۲/۹۹میلی‌گرم برگرم وزن خشک) در ترکیب پیوندی 'رباب نی ریز' با پایه 'پوست قرمز علی آقایی'، بدون تفاوت معنی‌دار با ترکیب پیوندی 'خفر جهرم' با پایه 'پوست قرمز علی آقایی' مشاهده شد. نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان داد که نوع ترکیب پیوندی به طور معنی داری میزان مس برگ را تحت تاثیر قرار می دهد به‌طوری که در هر دو رقم 'رباب نی ریز' و 'خفر جهرم' بیشترین میزان مس با پایه 'گرچ شهوار' مشاهده شد که به‌دلیل سیستم ریشه‌ای قوی این پایه در جذب این عنصر می‌باشد. در پژوهشی ابوطالبی (Abutalebi, 2010) اثر چهار پایه (نارنج، بکرائی، لیموآب و ولکامرلمون) را بر میزان عناصر برگ در پیوندک ارلاندوتانجلو مورد بررسی قرار داد و گزارش داد که نوع پایه تأثیر معنی‌دار بر میزان عناصر برگ دارد بطوری‌که غلظت کلسیم روی همه پایه‌ها و منگنز تنها روی پایه لیموآب کم‌تر از حد مطلوب و غلظت مس روی تمام پایه‌ها زیادتر از حد مطلوب بود.

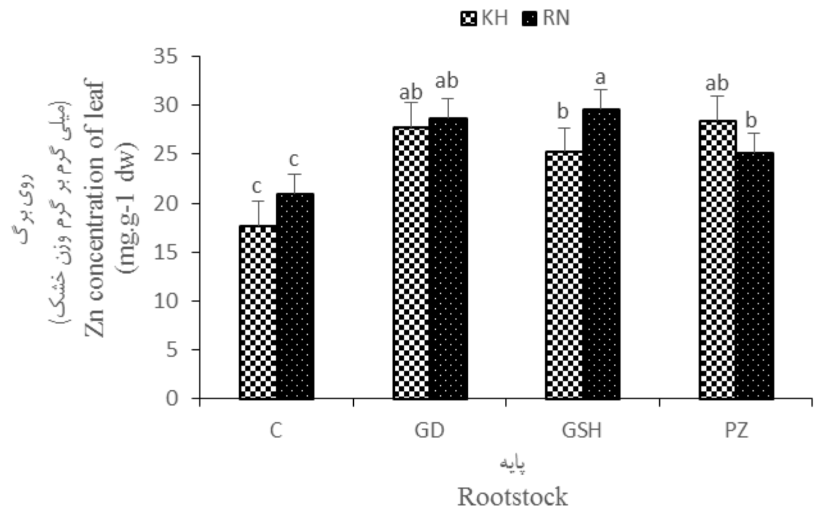


شکل ٦- برهمکنش پایه × پیوندک بر میزان مس برگ انار ارقام 'رباب نیریز' و 'خفر جهرم' پیوند شده بر روی پایه‌های مختلف

Figure 6- The interaction effect of rootstock ×scion on the Cu concentration of the pomegranate cv. Rabab-e-Neyriz and Khafr-e-Jahrom leaf grafted on different rootstocks (LSD, p≤0.05)

روی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد اثرات ساده پایه در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش پایه و پیوندک در سطح احتمال پنج درصد بر میزان روی برگ معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۷) نشان داد که در هر دو رقم استفاده از پایه سبب افزایش غلظت روی برگ نسبت به نهال‌های غیرپیوندی شد. بیشترین مقدار روی برگ (۲۸/۲۶ میلی‌گرم برگرم وزن خشک) مربوط به پیوندک 'رباب نیریز' با پایه 'گرچ شهوار' بود اگرچه تفاوت معنی‌داری با نهال‌های پیوندی 'رباب نی ریز' با پایه 'گرچ داداشی' نداشت. در گزارش‌های متعددی روی سایر درختان میوه بیان شده است که پایه‌های درختان میوه از لحاظ جذب عنصر روی دارای کارایی متفاوتی می‌باشند. در پژوهشی حسن پور و همکاران (Hassanpour *et al.*, 2015) اثر دو پایه انار 'تب و لرز' و 'ملس یزدی' را بر جذب عناصر غذایی انار رقم 'گبری' بررسی کردند و گزارش دادند که نهال‌های پیوندی میزان روی بیشتری نسبت به نهال‌های غیرپیوندی داشتند که در راستای پژوهش فوق می‌باشد.

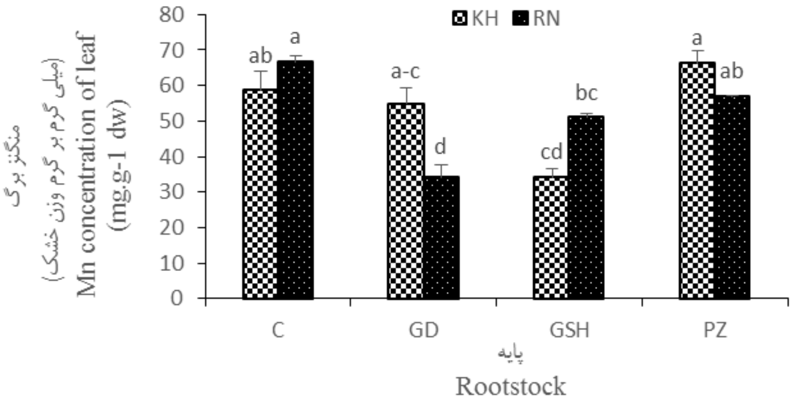


شکل ۷- برهمکنش پایه × پیوندک بر میزان روی برگ انار ارقام 'رباب نیریز' و 'خفر جهرم' پیوند شده بر روی پایه‌های مختلف

Figure 7- The interaction effect of rootstock ×scion on the Zn concentration of the pomegranate cv. Rabab-e-Neyriz and Khafr-e-Jahrom leaf grafted on different rootstocks (LSD, p≤0.05)

منگنز

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که برهمکنش پایه و پیوندک در سطح احتمال یک درصد بر میزان منگنز برگ معنی‌دار بود. براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۸) در رقم 'خفر جهرم' به جزء پایه 'گرچ داداشی' که سبب کاهش (۳۴/۱۴ میلی‌گرم برگرم وزن خشک) معنی دار میزان منگنز برگ شد در سایر ترکیب‌های پیوندی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در رقم 'رباب نیریز' همانند رقم 'خفر جهرم' پایه 'گرچ داداشی' و 'گرچ شهوار' سبب کاهش معنی‌دار میزان منگنز برگ نسبت به گیاهان غیر پیوندی شدند. در هر دو رقم استفاده از پایه 'پوست قرمز علی آقایی' تاثیر معنی‌داری بر غلظت منگنز برگ نسبت به گیاهان غیر پیوندی نداشتند. پایه 'گرچ شهوار' در هر دو رقم سبب کاهش غلظت منگنز برگ شد در صورتی‌که در رقم 'خفر جهرم' میزان منگنز بر روی پایه 'پوست قرمز علی آقایی' نسبت به شاهد افزایش نشان داد که می‌تواند به‌دلیل کاهش رشد رویشی این رقم روی این پایه باشد. کمتر بودن میزان عناصر در پایه 'گرچ شهوار' احتمالاً به‌علت رشد بیشتر اندام هوایی و پدیده رقیت دانست. براساس این پدیده افزایش جذب عنصر به‌نسبت افزایش زیست توده گیاهی نمی‌باشد. در پژوهش مشابه‌ی تاثیر پایه های نارنج و ولکامریانا بر غلظت عناصر پرتقال والنسیا در شرایط خاک قلیایی بررسی شد و گزارش شد که نوع پایه تاثیر بسزایی در غلظت منگنز پیوندک دارد بطوری‌که گیاهان پیوندی با پایه نارنج دارای منگنز بیشتری می باشند که در راستای پژوهش فوق می‌باشد (Tadaeon and Moafean, 2009).

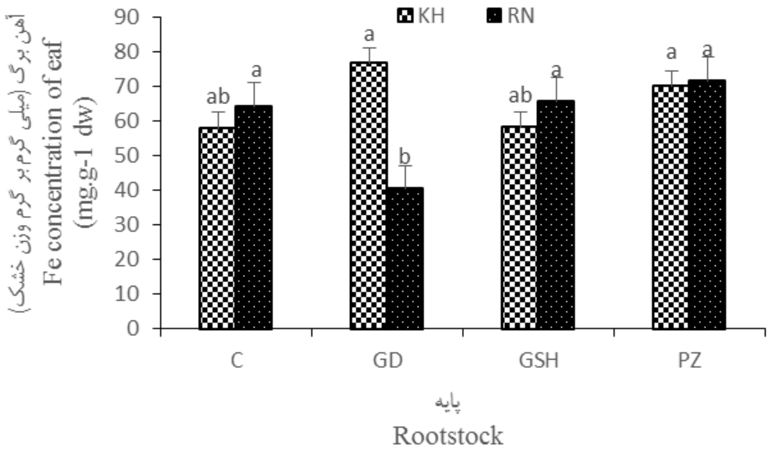


شکل ۸- برهمکنش پایه × پیوندک بر میزان منگنز برگ انار ارقام 'رباب نیریز' و 'خفر جهرم' پیوند شده بر روی پایه‌های مختلف

Figure 8- The interaction effect of rootstock ×scions on the Mn concentration of the pomegranate cv. Rabab-e-Neyriz and Khafr-e-Jahrom leaf grafted on different rootstocks (LSD, p≤0.05)

آهن

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که تنها برهمکنش پایه و پیوندک در سطح احتمال یک درصد بر میزان آهن برگ معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۹) نشان داد که به‌جز پایه 'گرچ داداشی' که سبب کاهش معنی‌دار میزان آهن برگ در رقم 'رباب نیریز' (۴۰ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) شد در سایر ترکیبات پیوندی تفاوت معنی‌داری با گیاهان غیر پیوندی در هر دو رقم مشاهده نشد. با توجه به اینکه یکی از مشکلات اساسی در باغ‌های کشور بعد از مسئله شوری و خشکی، بالا بودن بی‌کربنات کلسیم خاک می‌باشد، دستیابی و انتخاب پایه‌های متحمل به کلروز برگی ناشی از بی‌کربنات بالای خاک می‌تواند در زمینه اصلاح ارقام و همچنین شناخت بهتر فیزیولوژی و بیولوژی تحمل به کلروز مفید واقع شود. نتایج به‌دست آمده در این تحقیق نشان داد که نوع ترکیب پیوندی بر میزان آهن برگ تاثیر گذار بود به‌طوری که در رقم 'خفر جهرم' بیشترین میزان آهن برگ با پایه 'گرچ داداشی' مشاهده شد. در پژوهش‌های دیگر به توانایی مختلف پایه‌های درختان میوه در جذب عناصر غذایی پیوندک پرداخته شده است که در راستای پژوهش فوق مبنی بر تاثیر پایه بر میزان غلظت عناصر پیوندک می‌باشد (Naeini Abutalebi, 2010 ; *et al*., 2004; Muharrami *et al*., 2011). در پژوهشی ابوطالبی و همکاران (Abutalebi, 2010) ضمن بررسی تاثیر پایه بر غلظت عناصر معدنی لیمو شرین پیونده شده بر روی پایه های مختلف گزارش کردند که نهال‌های پیوندی با پایه لیمو شیرین دارای آهن برگ بیشتری می‌باشند.



شکل ۹- برهمکنش پایه × پیوندک بر میزان آهن برگ درخت پیوندی انار ارقام 'رباب نیریز' و 'خفر جهرم' پیوند شده بر روی پایه‌های مختلف

Figure 9- The interaction effect of rootstock ×scion on the Fe concentration of the pomegranate cv. Rabab-e-Neyriz and Khafr-e-Jahrom leaf grafted on different rootstocks (LSD, p≤0.05)

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داده‌است که میزان عناصر غـذایی بـرگ ارقام پیوندی انار نه تنها تحت تاثیر پایه قرار می‌گیرد بلکه تحت تاثیر ژنتیک پیوندک می‌باشد. غلظـت عناصـر معـدنی پیونـدک عمـدتاً بـا ویژگی‌های سیستم ریشه‌ای پایه از جمله گسترش جـانبی و عمـودی ریشه، که باعث افزایش جذب آب و مواد معدنی می‌شود وابسته است. پایه 'پوست قرمز علی‌آقایی' به‌دلیل سیستم ریشه‌ای ضعیف‌تـر دارای غلظت عناصر معدنی کمتر در ارقام پیوند شده روی این پایه می‌باشـد. با توجه به نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر می‌تـوان دلیـل بـالاتر بودن عناصر غذایی در نهال‌های پیوندی با پایه‌های 'گـرچ شـهوار' و 'گرچ شهوار' را به قدرت رشد بیشتر این پایـه‌هـا و سیسـتم ریشـه‌ای گسترده آن‌ها نسبت داد که در این زمینه تحقیقات وسیع‌تری توصـیه می‌شود.

منابع

1. Abutalebi, A. (2010). Effect of different citrus rootstocks on Orlando Tangelo leaf chlorophyll content and mineral element concentrations. *Journal of Plant Production Research* 17: 81-83. (In Persian)
2. Babalar, M., & Pirmoradian, M. (2010). *Nutrition of fruit trees* (translation). University of Tehran Press, Print Publishing Institute, 312 p. (In Persian)
3. Behzadi Shahrbabaki, H. (2000). *Distribution and diversity of pomegranate cultivars in Iran*, Agricultural Education Publication, 265 p. (In Persian)
4. Eini-Tari, F., Karimi, H.R., Roosta, H.R., & Mohammadi Mirik, A.A. (2014). Effect of different reactions of sodium bicarbonate on irrigation water on vegetative, biochemical and physiological characteristics of three pomegranate cultivars. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology* 15: 131-142. (In Persian with English abstract)
5. Erdal, I., Atilla Askin, M., Kucukyumuk, Z., Yildirim, F., & Yildirim, A. (2008). Rootstock has an important role on iron nutrition of apple trees. *World Journal of Agricultural Science* 4: 173-177.
6. Fallahi, E., Chun, I.K., Neilsen, G.H., & Colt, W.M. (2001). Effects of three rootstocks on photosynthesis, leaf mineral nutrition and vegetative growth of BC-2 Fuji apple trees, *Journal of Plant Nutrition* 24: 827-834. https://doi.org/10.1081/PLN-100103776.
7. Georgio, A. (2001). Evaluation of rootstocks for "Clementine" mandarin in Cyprus, *Horticultural Sciences* 93: 29-38. https://doi.org/10.1016/S0304-4238(01)00311-9.
8. Gupta, A.P., Neue, H.U., & Singh, V.P. (1993). Phosphorus determination in rice plant containing variable manganese content by the phosphor molybdo vanadate (yellow) and phisphomolybdate (blue) colorimetric methods, *Communications in Soil Science and Plant Analiysis* 224: 1309-1328. https://doi.org/10.1080/00103629309368878.
9. Hassanpour, N., Karimi, H.R., & Mirdehghan S.H. (2015). Effects of rootstock and salinity stress on vegetative, physiological and biochemical characteristics of 'Gabri' pomegranate cultivar, *Iranian Journal of Horticulture Science and Technology* 16: 39-45. (In Persian with English abstract)

10. Hassanzadeh Khankahdani, H., Hassanpour, A., & Abutalebi, A. (2006). The effect of different rootstocks on vegetative growth rate, dry weight and mineral composition of *Citrus aurantifolia* Swingle, *Journal of Seedling and Seed* 22: 155-164. (In Persian with English abstract)
11. Hirst, P.M., & Ferree D.C. (1995). Rootstock effects on the flowering of 'Delicious' apple. II. Nutritional effects with specific reference to phosphorus, *Journal of American Society for Horticultural Sciences* 120: 1018-1024.
12. Karimi, H.R. (2015). *Nuts* (*Pistachios, Almonds, Walnuts, Hazelnuts, Pecans and Chestnuts*), Mashhad University Jahad Publications 151 p. (In Persian)
13. Karimi, H.R., & Maleki Kuhbanani, A. (2015). The evaluation of inter-specific hybrid of *P. atlantica*× *P. vera* cv. Badami Zarand as a pistachio rootstock to salinity stress, *Journal of Nuts* 6: 113-122.
14. Karimi, H.R., & Eini Tari, F. (2015). Effects of $NaHCO_3$ on photosynthetic characteristics, and iron and sodium transfer in pomegranate, *Journal Plant Nutrition* 40: 11–22.
15. Karimi, H.R., & Nowrozy, M. (2017). Effects of rootstock and scion on graft success and vegetative parameters of pomegranate, *Scientia Horticulturae* 214: 280–287. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.11.047.
16. Karimi, H.R., & Hassanpour, N. (2016). Effects of salinity, rootstock, and position of sampling on macronutrient concentration of pomegranate cv. Gabri, *Journal of Plant Nutrition* 40: 2269-2278. https://doi.org/10.1080/01904167.2016.1263324.
17. Mohammadi, E. (2004). The effects of four planting densities on some quantitative and qualitative characteristics of "Granny Smith b" apple cultivar on M 26 clonal rootstock, *Plant Molecular Biology* 47: 377-403.
18. Muharrami, R., Rabiee, V., Amiri, M.A., & Azimi, M.H. (2011). Effect of rootstock on some traits of Delbarastival apple cultivar, *Journal of Seed and Plant Breeding* 27: 323-337. (In Persian with English abstract)
19. Naeini, M.R., Khoshgoftarmanesh, A.H., Lessani, H., & Fallahi, E. (2004). Effects of NaCl-induced salinity on mineral nutrients and soluble sugars in three commercial cultivars of pomegranate, *Journal of Plant Nutrition* 27: 1319-1326. https://doi.org/10.1081/PLN-200025832.
20. Pestana, M., Miletic, R., Mitronic, M., & Jankovic, D. (2011). Effect of callusing conditions on grafting success in Walnut (*Guglans regia* L.), *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 19: 5-14.
21. Rengel, Z., & Damon, P.M. (2008). Crops and genotypes differ in efficiency of potassium uptake and use, *Physiologia Plantarum* 133: 624-636. https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2008.01079.
22. Rom, R.C. (1991). Apricot rootstocks: Perspective, Utilization and Outlook, *Acta Horticulturae* 293: 345-354. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1991.293.41.
23. Shamsi, J., Baninasab, B., Ghobadi, S., & Ghasemi, A.A. (2011). *The effect of six different rootstocks on the uptake of mineral elements of leaves, fruits and vegetative characteristics of Quien trees to Isfahan cultivar*, Master Thesis. Isfahan University of Technology 105 p. (In Persian)
24. Shaeri, M., Rabiee, V., & Taheri, M. (2014). Effect of rootstock and cultivar on the uptake efficiency of mineral elements and some quantitative and qualitative traits of apple cultivars of Golden Delicious, Fuji and Delbarastival, *Journal of Seed and Plant Breeding* 30: 357-373. (In Persian with English abstract)
25. Shakeri, M. (2008). *Technical principles of pomegranate garden construction*, Yazd Agricultural Coordination and Extension Management 119 p. (In Persian)
26. Sherafati, A., & Hakmabadi, H. (2015). The effect of some pistachio rootstocks on nutrient uptake in two cultivars of Akbari pistachio and black leaf, *Iranian Journal of Pistachio Science and Technology* 1:32-43. (In Persian with English abstract)
27. Tadaeon, M.S., & Moafean, G.R. (2009). Study of rootstock and scion effects on boron absorption in Citrus, *Agriculture and Natural Resources* 47: 335-347.
28. Tavallali, V., & Rahemi, M. (2007). Effect of rootstock on nutrient acquisition by leaf, kernel and quality of pistachio (*Pistacia vera* L.), *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science* 2: 240-246. https://doi.org/10.22034/jon.2016.527097.
29. Toplu, C., Kaplankiran, M., Hakan Demirkeser, T., & Yildiz, E. (2008). The effects of citrus rootstocks on "Valencia" late and "Rhode Red Valencia" oranges for some plant nutrient elements, *African Journal of Biotechnology* 7: 441-445.
30. Xia, Y., Jiang, C.C., Chen, F., Lu, J. W., & Wang, Y.H. (2011). Differences in growth and potassium-use efficiency of two cotton genotypes, *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 42: 132–143. https://doi.org/10.1080/00103624.2011.535064.
31. Vazifeshenas, M., Khayyat, M., & Jamalian, S. (2009). Effect of different scion rootstocks combinations on vigour, tree size, and yield and fruit quality on three Iranian cultivars of pomegranate, *Acta Horticulture* 463: 143-152. https://doi.org/10.1051/fruits/2009030.